

ORGANICKÉ MIKROPOLUTANTY V PODZEMNÍCH VODÁCH ČR – STAV POZNÁNÍ V ROCE 2026

ORGANIC MICROPOLLUTANTS IN GROUNDWATER IN THE CZECH REPUBLIC – STATE OF KNOWLEDGE IN 2026

Vít Kodeš¹, Miroslava Svátková¹, Jindřich Freisleben¹, Radka Kodešová², Roman Grabic³, Daniela Tomešová⁴

¹Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4, e-mail: vít.kodes@chmi.cz,

²Česká zemědělská univerzita v Praze, FAPPZ, Kamýcká 129, 165 00 Praha 6

³Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Zátíší 728/II
389 01 Vodňany

⁴ALS Česká republika, Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9

Abstrakt: ČHMÚ se dlouhodobě věnuje screeningu mikropolutantů v podzemních vodách na celém území ČR. Od roku 1991 bylo v podzemních vodách ČR nalezeno celkem 311 látek z celkově 518 sledovaných v průběhu tohoto období. Za posledních 13 let, tj. od roku 2013 bylo nalezeno 140 nových, dosud nesledovaných látek. Aktuální výsledky monitoringu ČHMÚ z let 2024-2025 potvrdily přítomnost celkem 184 mikropolutantů z 311 sledovaných v podzemních vodách z 12 skupin látek (TOL, PAU, pesticidy a jejich transformační produkty, léčiva a jejich transformační produkty, alkylfenoly, bisfenoly, benzotriazoly, chelatační činidla, ftaláty, PFAS, látky osobní péče, umělá sladidla).

Abstract: The CHMI has long been engaged in the screening of micropollutants in groundwater across the Czech Republic. Since 1991, a total of 311 substances have been detected in the country's groundwater out of the 518 monitored during this period. Over the last 13 years—specifically since 2013—140 new, previously unmonitored substances have been identified. Current CHMI monitoring results from 2024–2025 confirmed the presence of 184 micropollutants (out of 311 monitored) in groundwater, spanning 12 substance groups: volatile organic compounds (VOCs), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), pesticides and their transformation products, pharmaceuticals and their transformation products, alkylphenols, bisphenols, benzotriazoles, chelating agents, phthalates, PFAS, personal care products, and artificial sweeteners.

Klíčová slova: podzemní voda, organické mikropolutanty, výskyt, emergentní látky

Key words: groundwater, organic micropollutants, occurrence, emerging substances

1. Úvod

ČHMÚ se dlouhodobě věnuje screeningu mikropolutantů v podzemních vodách na celém území ČR. S rozvojem analytické techniky se spektrum sledovaných látek v posledních letech významně rozšířilo (k rozšiřování spektra látek dochází pravidelně ve dvouletých intervalech) a lze říci, že v tomto směru Česká republika drží krok se nejvyspělejšími zeměmi. Monitoring ČHMÚ tak přispívá k identifikaci nových látek v podzemních vodách na území ČR a jeho data poskytují cenné informace a doporučení pro provozovatele vodárenské infrastruktury, orgány hygienické služby a státní správu v oblasti ochrany vod a rostlinolékařské péče např. formou pravidelně zveřejňovaného seznamu nejproblematictějších látek z pohledu jejich výskytu a dosahovaných koncentrací v povrchových a podzemních vodách (Kodeš et al., 2026).

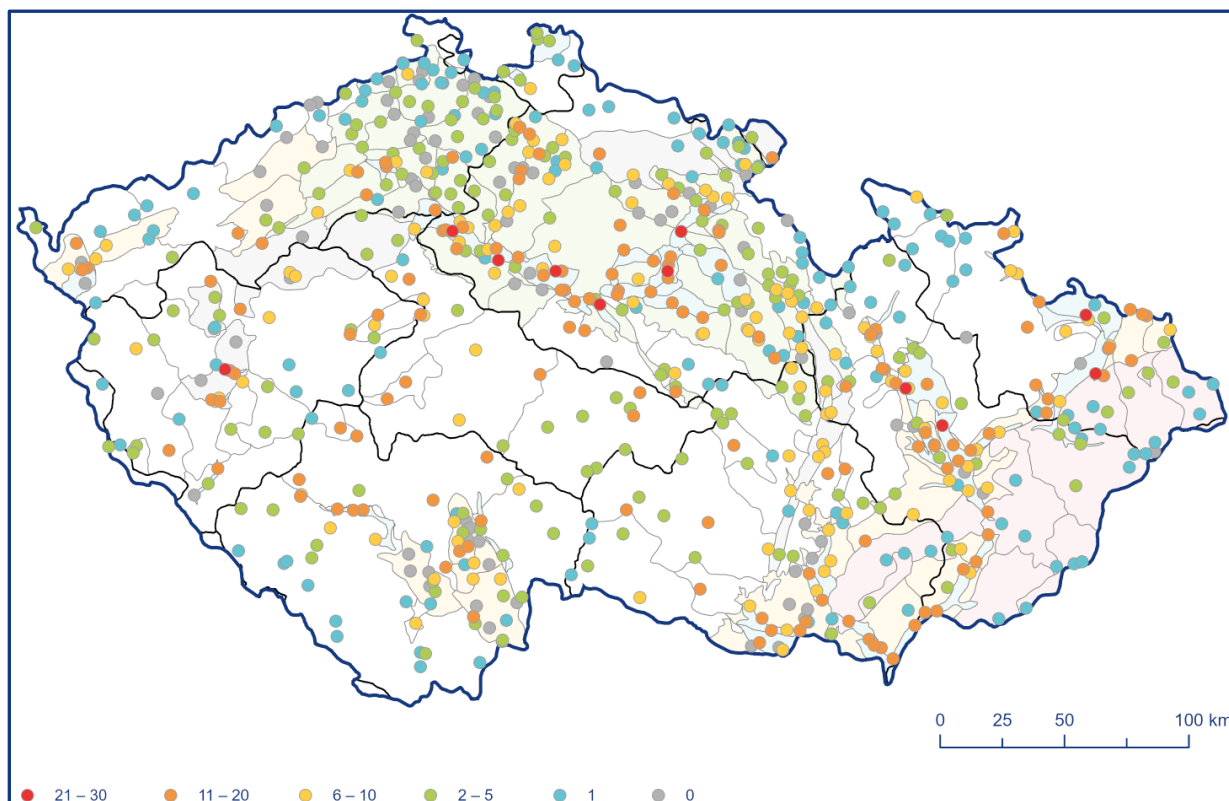
2. Výsledky

Od roku 1991 bylo v podzemních vodách ČR nalezeno celkem 311 látek z celkově 518 sledovaných v průběhu tohoto období. Za posledních 13 let, tj. od roku 2013 bylo nalezeno 140 nových, dosud nesledovaných látek. Aktuální výsledky monitoringu ČHMÚ z let 2024-2025 potvrdily přítomnost celkem 184 mikropolutantů z 311 sledovaných v podzemních vodách z 12 skupin látek (TOL, PAU, pesticidy a jejich transformační produkty, léčiva a jejich transformační produkty, alkylfenoly, bisfenoly, benzotriazoly, chelatační činidla, ftaláty, PFAS, látky osobní péče, umělá sladidla).

2.1 Pesticidy a jejich transformační produkty

Transformační produkty (metabolity) účinných látek jsou jednoznačně nejčastěji se vyskytujícími organickými mikropolutanty v podzemních vodách ČR. Dlouhodobě se jedná o metabolity chloridazonu (desfenyl, methyl-

desfenyl), dále ESA a OA metabolity metazachloru, alachloru, metolachloru, acetochloru a dimethachloru. Mezi nově nalezenými cizorodými látkami často se vyskytujícími v podzemních vodách lze jmenovat zejména tyto transformační produkty pesticidů: TFA, chlorothalonil R471811, dimethachlor CGA 369873, metolachlor NOA 413173 a 1,2,4-triazol. Pesticidní látky a jejich metabolity byly v roce 2025 nalezeny v 60 % ze 740 sledovaných objektů (obr. 1).



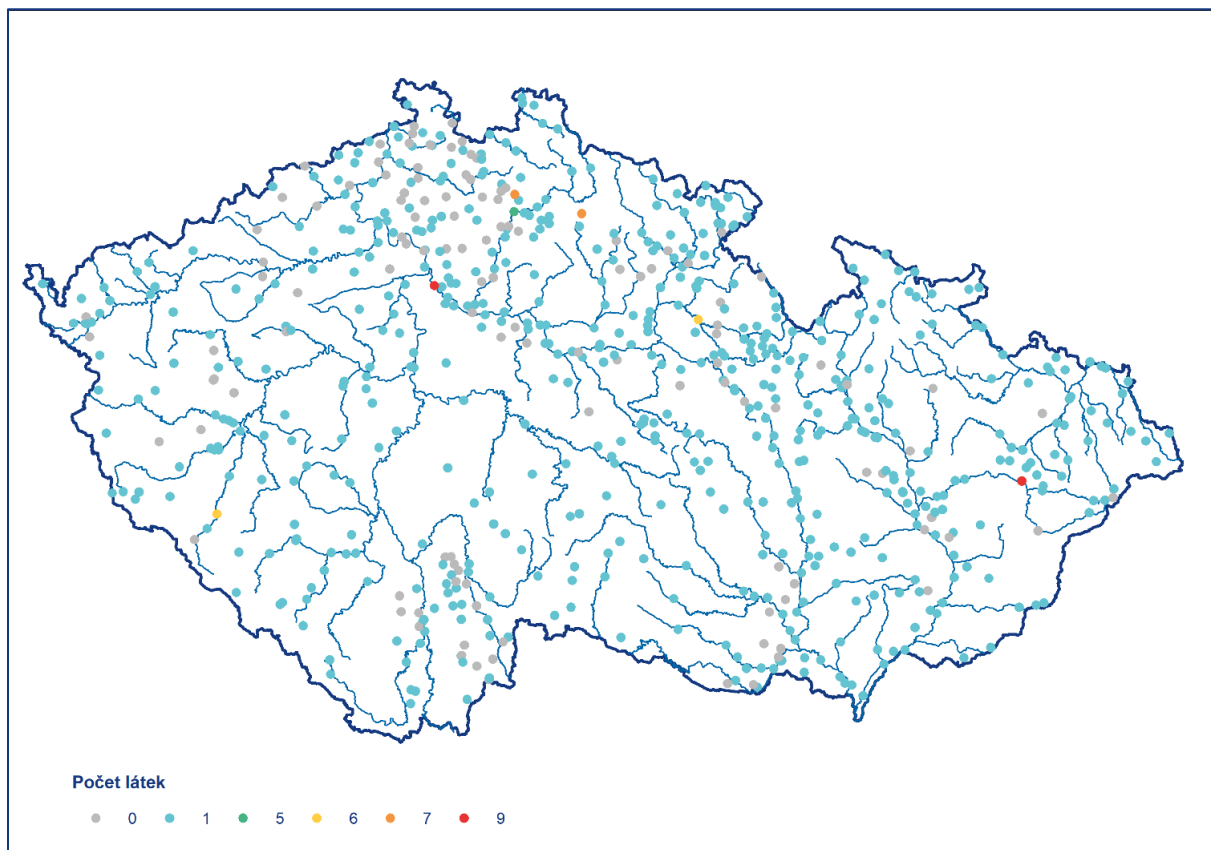
Obr. 1 Počet nalezených pesticidních látek v jednotlivých objektech sítě v roce 2025.

Fig. 1 Number of pesticide substances detected at individual network sites in 2025.

2.2 PFAS a TFA

V roce 2025 v rámci program situačního monitoringu podzemních vod byl poprvé na území ČR stanoven ukazatel TFA (trifluoroctová kyselina). Je to látka patřící do skupiny per- a polyfluorovaných látek (PFAS) dnes populárně nazývaných jako “věčné chemikálie”, kterých dnes ČHMÚ monitoruje celkem 23. Je důležité si uvědomit, že člověk vyrobil, používal nebo dodnes používá více jak 3000 PFAS látek (Wang et al., 2017) a tak lidstvo má pouze mlhavou povědomost o chování a výskytu těchto látek v životním prostředí a takovéto informace má pouze o zlomku těchto látek. Poprvé byly dvě látky ze skupiny PFAS (PFOS, PFOA) v rámci monitoringu ČHMÚ sledovány v roce 2017, v roce 2024 byl monitoring PFAS rozšířen na 20 látek a v roce 2025 na 23 látek. Celkem byla alespoň jedna PFAS látka v tomto období sledována v 756 objektech (některé objekty byly během období z monitoringu vyřazeny, některé naopak zařazeny). Tyto látky, které jsou typické nejpevnější chemickou vazbou uhlík – fluor, mají unikátní vlastnosti jako jsou extrémní stabilita vůči vysokým teplotám, UV záření, chemické oxidaci i biologickému rozkladu a schopnost měnit povrchové napětí. Molekuly PFAS látek mají většinou dvě části s opačnými vlastnostmi. Jedna část odpuzuje vodu i mastnotu (využití v teflonových pánvích nebo nepromokavém textilu) a druhá část je naopak hydrofilní. Z pohledu rizik pro životní prostředí a zdraví člověka jsou znepokojující: jejich vysoká perzistence, mobilita (zejména PFAS s krátkým řetězcem tj. 7 a méně atomů uhlíku, včetně TFA se velmi snadno šíří vodním prostředím) a bioakumulace (mají tendenci se hromadit v organismech). Na rozdíl od jiných cizorodých látek, které se ukládají v tukách, se PFAS vážou spíše na bílkoviny v krvi a hromadí se v játrech a ledvinách. Dále je to jejich toxicita, kdy i v nízkých koncentracích mohou ovlivňovat imunitní systém, hladinu hormonů, působit karcinogenně apod. TFA je v porovnání s PFAS s dlouhými řetězci mnohem mobilnější (překonává sorpční bariéry) a extrémně perzistentní (v přírodě se prakticky nerozkládá, a tudíž

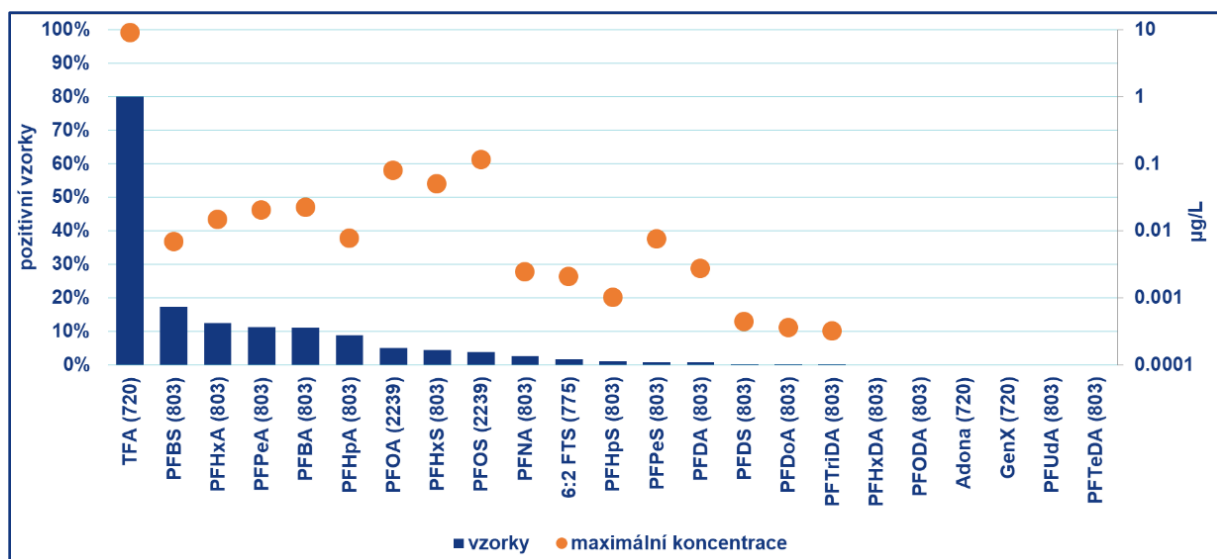
její koncentrace v globálním koloběhu vody neustále roste). TFA je zároveň významným degradačním produktem ostatních PFAS a organických látek obsahujících fluor (typicky pesticidy nebo nová generace chladiv do klimatizací apod.). Významným zdrojem TFA je tudíž zemědělství (Freeling and Björnsdotter, 2023; Joerßs et al., 2024; Diehle et al., 2025), atmosférická depozice po fotochemické degradaci v atmosféře (Freeling and Björnsdotter, 2023; Arp et al., 2024; Albers and Sültenfuss, 2024) nebo čistírenské procesy (Scheurer et al., 2017; Freeling and Björnsdotter, 2023). V naprosté většině objektů sítě monitoringu ČHMÚ byla nalezena pouze 1 látka PFAS (TFA), pouze ojediněle bylo nalezeno více PFAS v jednom objektu, ve 2 objektech bylo nalezeno až 9 PFAS látek viz obr. 2. TFA byla v roce 2025 nalezena ve 576 (80 %) ze 720 odebraných vzorků, což je v porovnání s frekvencí nálezů ostatních PFAS (0–17 % vzorků) významný rozdíl (obr. 3).



Obr. 2 Počet nalezených PFAS látek v jednotlivých objektech sítě v roce 2025.

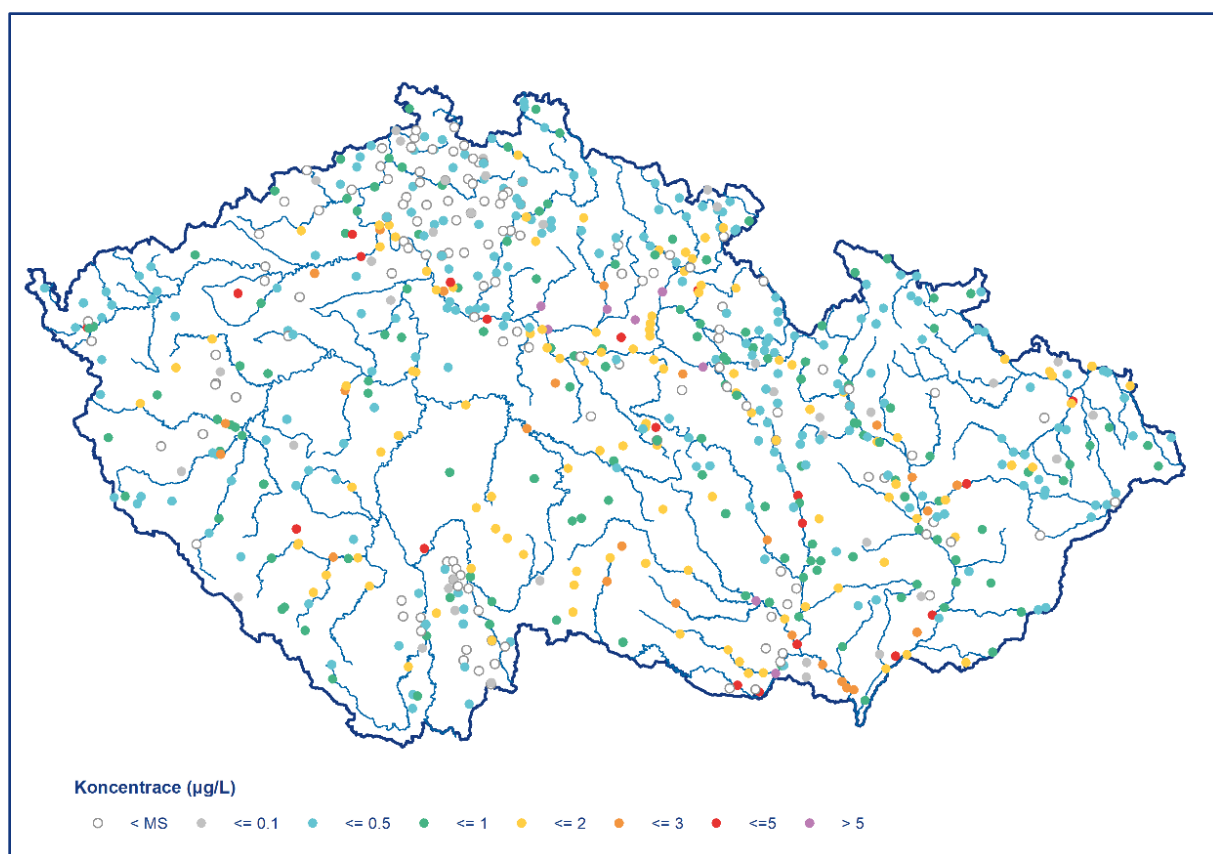
Fig. 2 Number of PFAS substances detected at individual network sites in 2025.

Alespoň jedna PFAS látka byla nalezena v 577 ze 756 objektů (76.3 %). Koncentrace TFA dosáhly hodnoty až 9.03 µg/L oproti koncentracím ostatních PFAS dosahujících maximálně hodnoty 0.114 µg/L (PFOS) viz obr.3. Maximální sumární koncentrace PFAS v jednotlivých objektech dosáhly ve většině objektů 2 µg/L, pouze u 54 objektů (7.1 % objektů) byly zjištěny koncentrace nad 2 µg/L. Sumy koncentrací PFAS v jednotlivých objektech jsou uvedeny na obr.4. Tyto sumy koncentrací jsou u 424 objektů tvořeny samotnou TFA, u zbývajících 153 objektů se na sumě podílejí i ostatní PFAS látky. Porovnáním obrázků 4 a 5 je jasné, že TFA určuje stav kontaminace podzemních vod PFAS látkami v ČR. Vzhledem k tomu, že tato vysoce polární látka s malou molekulou je vysoce mobilní, rozpustná ve vodě a negativně nabitá (TFA ve vodě rychle disociuje na TFA aniont – trifluoracetát), je dnes běžně využívaná technologie granulovaného aktivního uhlí na odstraňování organických mikropolutantů méně efektivní metodou pro její odstranění. To činí z této látky vzhledem k výše uvedenému významnou výzvu pro provozovatele vodárenských zdrojů do budoucnosti.



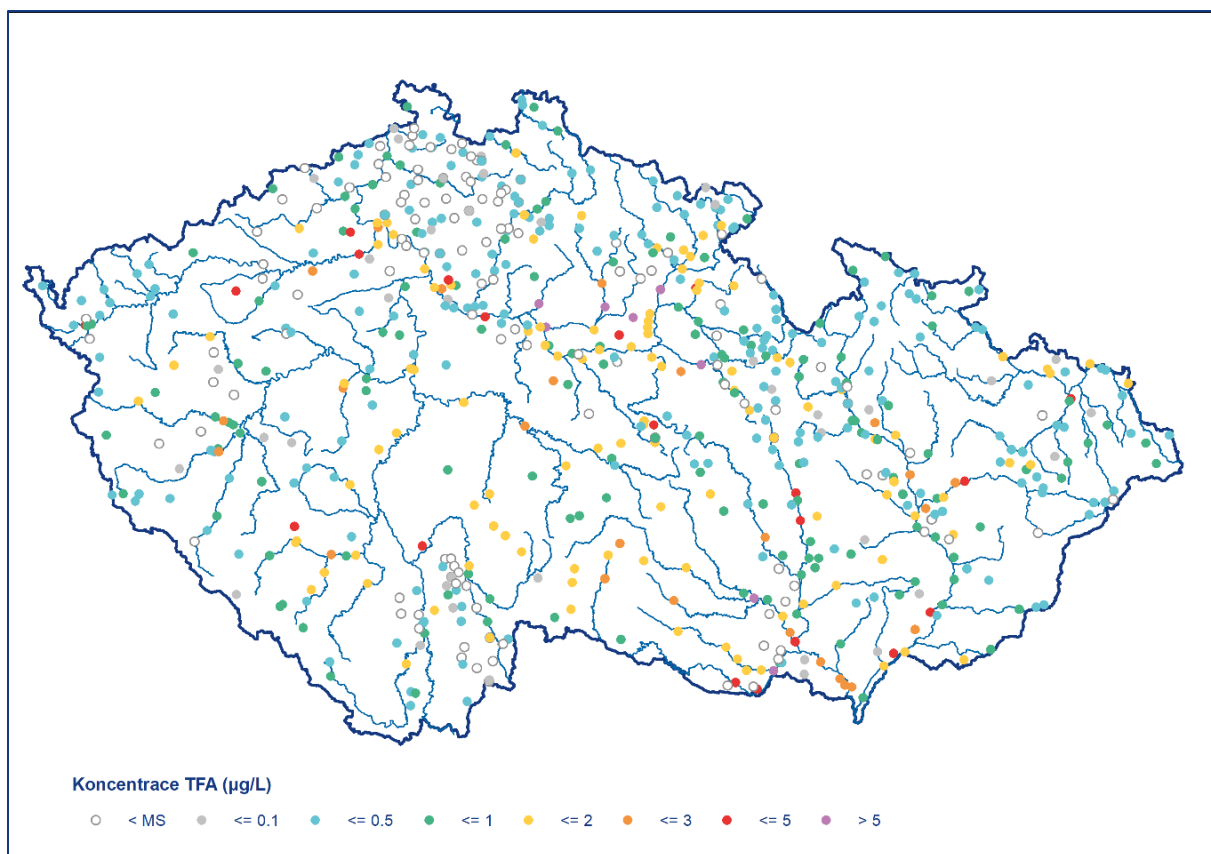
Obr. 3 Frekvence detekce PFAS a maximální koncentrace v období 2020-2025 (v závorkách na ose X je pro každou látku uveden počet odebraných vzorků)

Fig. 3 PFAS detection frequency and maximum concentrations during the 2020–2025 period (the number of samples collected for each substance is indicated in parentheses on the x-axis)



Obr. 4 Suma koncentrací PFAS v jednotlivých objektech v roce 2025

Fig. 4 Sum of PFAS concentrations in individual sites in 2025

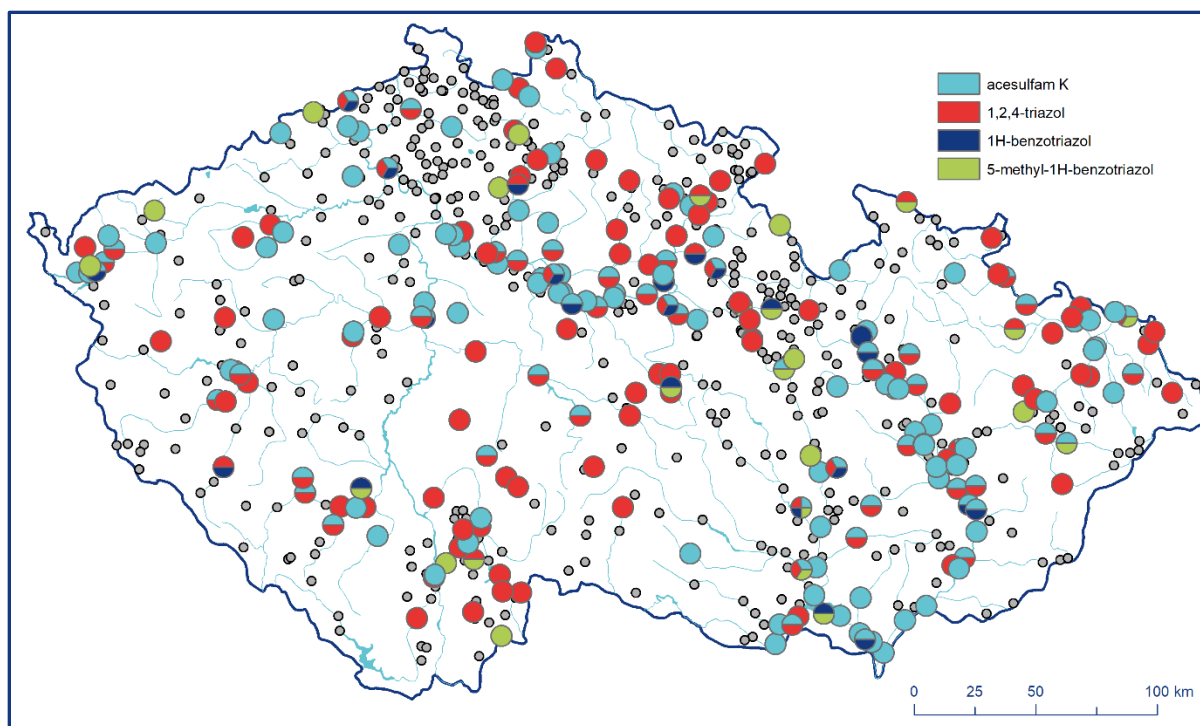


Obr. 5 Koncentrace TFA v jednotlivých objektech v roce 2025

Fig. 5 TFA concentrations in individual sites in 2025

2.3 Emergentní kontaminanty

Do rutinního monitoringu byla zařazena řada nových dosud nesledovaných látek, jejichž výskyt byl ověřen v zahraničí. Jako příklad můžeme uvést umělá sladidla (acesulfam K), benzotriazoly používané jako antikoroziční látky a 1,2,4-triazol (metabolit konazolových fungicidů a léčiv). Společným rysem těchto látek je, že jsou v perzistentní a mobilní mají tudíž potenciál kontaminovat podzemní vodu. Acesulfam K byl v letech 2024–2025 nalezen ve 20 % objektů, benzotriazoly v 8 % objektů a 1,2,4-triazol v 19 % objektů. Alespoň jedna z těchto látek byla nalezena ve 46 % ze 740 sledovaných objektů (obr. 6). V rámci výzkumných projektů byl navíc v roce 2021 ověřen výskyt dalších 9 mikropolutantů ze skupiny perzistentních mobilních organických látek vytipovaných dle Schulze et al. (2019) tj. kyselina p-toluensulfonová, kyselina 3,5-di-terc-butylsalicylová, metylsulfát sodný, kyselina 2,4-xylensulfonová, 1-ethyl-3-methylimidazol, kyselina 1-naftalensulfonová, 1-adamantylamin, 4,4'-diaminodifenylmetan, benzyltrimetylamonium chlorid. V roce 2024 byl ve vybraných zavlažovaných oblastech v Polabí a Podyjí (Kodeš et al., 2025) ověřen výskyt dalších 5 emergentních mikropolutantů jako je 1,3-diphenylguanidin, triethylcitrát, kyselina naftalen-2-sulfonová, kyselina benzo(d)thiazol-2-sulfonová a 4-acetamidoantipyrin, které se běžně v podzemních vodách nesledují ani v jiných státech.



Obr. 6 Nálezy acesulfamu K, benzotriazolů a 1,2,4-triazolu v letech 2024–2025

Fig. 6 Acesulfame K, benzotriazoles and 1,2,4-triazole findings in 2024–2025

3. Závěr

Podzemní vody v ČR jsou obdobně jako v ostatních evropských státech kontaminovány celou řadou organických mikropolutantů. V závislosti na stupni vývoje monitoringu podzemních vod jsou výsledky tohoto monitoringu buď více uspokojivé (tam kde se spektrum sledovaných látek, příliš nerozšiřuje anebo tam kde nejsou sledovány látky s potenciálem kontaminovat podzemní vody) či méně uspokojivé (tam kde se monitoring mikropolutantů zaměřuje především na látky s potenciálem kontaminovat podzemní vody a kde dochází k rozšiřované spektra sledovaných látek). Česká republika patří do druhé skupiny zemí společně se zeměmi s rozvinutými systémy monitoringu. Je otázkou, zda lze říci, že je to dobře (z pohledu držení kroku s nejvíce rozvinutými zeměmi) anebo špatně (z pohledu stavu kontaminace podzemních vod).

Poděkování: Příspěvek byl připraven v rámci projektů NAZV „Střednědobý trend v chování mikropolutantů pocházejících z odpadní vody nebo kalů z čistíren odpadních vod v půdním prostředí“, QL24010384, TAČR „Centrum kompetence VODA“, SS02030027 a NAZV „Rizikové oblasti z hlediska výskytu pesticidů a reziduí pesticidů ve vodách“, QL25020081.

Seznam literatury

- Albers, C. N. and Sültenfuss, J., 2024: *A 60-Year Increase in the Ultrashort-Chain PFAS Trifluoroacetate and Its Suitability as a Tracer for Groundwater Age*. Environ. Sci. Technol. Lett., 11, 1090–1095.
- Arp, H. P. H., Gredelj, A., Glüge, J., Scheringer, M. and Cousins, I.T., 2024: *The Global Threat from the Irreversible Accumulation of Trifluoroacetic Acid (TFA)*. Environmental Science & Technology, 58 (45), 19925–19935.
- Wang, Z., DeWitt, J. C., Higgins, C. P. and Cousins I. T., 2017: *A Never-Ending Story of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs)?*. Environmental Science & Technology, 51 (5), 2508–2518.
- Diehle, M., Schneider, F., Banning, H. and Heinrich, C., 2025: *Trifluoroacetate leaching potential from fluorinated pesticides: an emission estimation and FOCUS modelling approach*. Environmental Sciences Europe, 37, 161.
- Freeling, F. and Björnsdotter, M.K., 2023: *Assessing the environmental occurrence of the anthropogenic contaminant trifluoroacetic acid (TFA)*. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, 41, 100807.
- Joerss, H., Freeling, F., van Leeuwen, S., Hollender, J., Liu, X., Nödler, N., Wang, Z., Yu, B., Zahn, D. and Sigmund, G., 2024, *Pesticides can be a substantial source of trifluoroacetate (TFA) to water resources*, Environment International, 193, 109061.

Kodeš, V., Kodešová, R., Sadchenko, A., Fér, M., Kočárek, M., Nikodem, A., Švecová, H., Klement, A., Zelinka, J., Grabic, R. a Ackermanová, M., 2025: *Mapy mobility látek v půdním prostředí a specifické zranitelnosti podzemních vod pro emergentní organické mikropolutanty: 1,3-diphenylguanidin, triethylcitrát, kyselina naftalen-2-sulfonová, kyselina benzo(d)thiazol-2-sulfonová, 4-acetamidoantipyrin, 6:2 fluorotelomersulfonová kyselina.*, ČHMÚ, Praha.

Kodeš, V., Hušková, R., Salaba P., 2026: *Pesticidní látky a léčiva s pravděpodobným výskytem ve zdrojích vody – aktualizace z dat pro období 2022-2025.* Časopis Sovak, 6/2026, Praha.

Scheurer, M., Nödlér, K., Freeling, F., Janda, J., Happel, O., Riegel, M., Müller, U., Storck, F. R., Fleig, M., Lange, F. T., Brunsch, A., and Brauch H. J., 2017, *Small, mobile, persistent: Trifluoroacetate in the water cycle – Overlooked sources, pathways, and consequences for drinking water supply.* Water Research, 126, 7, 460-471.

Schulze, S., Zahn, D., Montes, R., Rodil, R., Quintana, J. B., Knepper, T. P., Reemtsma, T. and Berger, U., 2019: *Occurrence of Emerging Persistent and Mobile Organic Contaminants in European Water Samples,* Water Research, 153, 80-90.